

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-53594

(43)公開日 平成5年(1993)3月5日

(51)Int.Cl.⁵

G 1 0 K 15/04

識別記号

3 0 2 J

庁内整理番号

7227-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-237171

(22)出願日 平成3年(1991)8月23日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 阿部 智行

広島県安芸郡府中町新地3番1号マツダ株式会社内

(72)発明者 岡本 宜久

広島県安芸郡府中町新地3番1号マツダ株式会社内

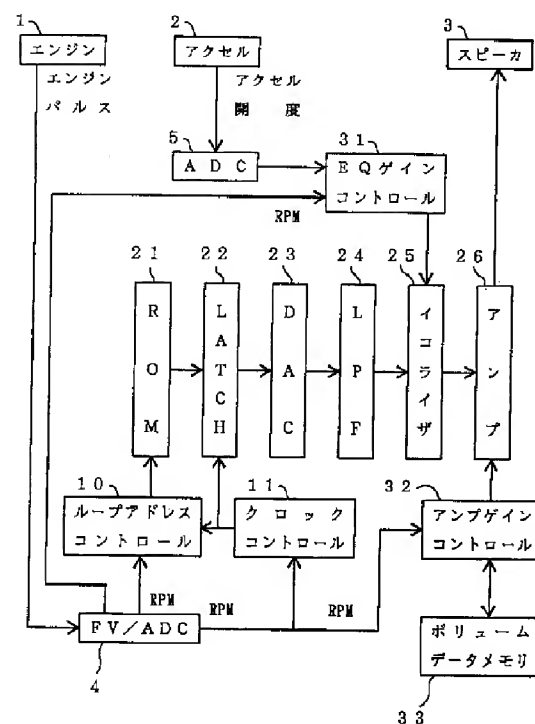
(74)代理人 弁理士 志村 浩

(54)【発明の名称】 エンジン模擬音発生装置

(57)【要約】

【目的】 音量の大小にかかわらず、常に忠実なエンジン模擬音を発生させることのできるエンジン模擬音発生装置を提供する。

【構成】 ROM21内には、予め録音された実車両のエンジン音データが複数のエンジン回転状態について用意されており、ループアドレスコントロール10は、エンジン1のRPMに対応するエンジン音データをラッチ回路22に読み出す。読み出されたデータは、DAコンバータ23、低域フィルタ24を介してイコライザ25に与えられ、アンプ26で増幅されてスピーカ3から出力される。ボリュームデータメモリ33内には、各RPMに対応する音量データが用意されており、アンプ・ゲインコントロール32は、エンジン1のRPMに対応する音量データをボリュームデータメモリ33から検索し、この音量データに応じた増幅率をアンプ26に与える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 実車両または模擬車両のエンジン回転状態に応じてエンジン模擬音を発生させるエンジン模擬音発生装置であって、

予め録音された実車両のエンジン音データを複数のエンジン回転状態について記憶している記憶手段と、

実車両または模擬車両のエンジン回転数およびエンジントルクを検出する検出手段と、

この検出手段により検出されたエンジン回転数に近いエンジン回転数で録音されたエンジン音データを前記記憶手段から読み出す読出手段と、

この読出手段により読み出されるエンジン音データのエンジン回転数と前記検出手段により検出されたエンジン回転数との差に応じて、前記読出手段によるエンジン音データ読出速度を変化させる読出速度変更手段と、

前記検出手段により検出されたエンジントルクに応じて、前記読出手段により読み出されたエンジン音データを加工し、音声信号として出力する加工手段と、

前記加工手段から出力された音声信号を増幅する増幅手段と、

前記検出手段により検出されたエンジン回転数に基づいて、前記増幅手段の増幅率を制御する増幅率制御手段と、

前記増幅手段から出力された音声信号をエンジン模擬音として再生する再生手段と、

を備えることを特徴とするエンジン模擬音発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、実車両または模擬車両のエンジン回転状態に応じてエンジン模擬音を発生させるエンジン模擬音発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 通常、車両の走行に伴って発生するエンジン音をできるだけ低減させるような方向の設計がなされるが、その一方では、エンジン音は車両の走行状態を示すひとつの情報として重要な意味をもつ。このため、逆にエンジン音を強調することにより、通常の運転では得られない走行感覚を演出するような試みもなされている。エンジン音を強調すれば、実際の車速以上のスピード感を味わうことが可能になるし、エンジン状態をより詳しく知ることもできるようになる。また、ドライビングシミュレータや、展示用の模擬車両などでは、模擬走行状態を実現するためにエンジン音を発生させる必要が生じる。

【0003】 このような要求を満足させるために、エンジンの模擬音を発生させる装置が従来から用いられている。たとえば、特開昭 59-223496 号公報には、ラジコンカーについてのエンジン模擬音発生装置が開示されている。このような従来のエンジン模擬音発生装置では、一般に、複数の正弦波ジェネレータおよび狭帯域

ノイズジェネレータが設けられ、これらをコンピュータにより制御してエンジン模擬音が発生される。

【0004】 ところが、実際のエンジン音に含まれる波形を、正弦波だけの合成で実現することは困難であり、また、この波形はエンジン回転数によって異なるため、上述の装置では、リアリティのある模擬音を発生させることが困難であるという問題があった。そこで、特願平 2-277297 号明細書には、よりリアリティのある模擬音を発生させることができる新規なエンジン模擬音発生装置が提案されている。この装置では、エンジン回転数ごとに異なる複数の波形がデータとして用意される。これらの波形は、実際のエンジン音を録音したものであり、これらの波形をエンジン回転数に応じて選択的に用いることにより、リアリティのある模擬音を発生させることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、エンジン模擬音の音量は、エンジン回転数に応じて変化する。したがって、特願平 2-277297 号明細書に開示されている装置において、エンジン回転数ごとに異なる複数の波形をデジタルデータとして用意した場合、音量の小さな部分では分解能が減少し、忠実な波形再現ができなくなるという問題が生じる。たとえば、フルレンジで 8 ビットの分解能を与えて各波形をデジタルデータとして記録した場合、たとえば、エンジン回転数 4000 RPM に対応する大音量の波形については、8 ビットの分解能が得られるが、エンジン回転数 800 RPM に対応する小音量の波形については、6 ビットあるいは 5 ビットの分解能しか得られないというような状態となる。したがって、音量の小さな領域での音質が低下することになる。

【0006】 そこで本発明は、音量の大小にかかわらず、常に忠実なエンジン模擬音を発生させることのできるエンジン模擬音発生装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、実車両または模擬車両のエンジン回転状態に応じてエンジン模擬音を発生させるエンジン模擬音発生装置において、予め録音された実車両のエンジン音データを複数のエンジン回転状態について記憶している記憶手段と、実車両または模擬車両のエンジン回転数およびエンジントルクを検出する検出手段と、この検出手段により検出されたエンジン回転数に近いエンジン回転数で録音されたエンジン音データを記憶手段から読み出す読出手段と、この読出手段により読み出されるエンジン音データのエンジン回転数と検出手段により検出されたエンジン回転数との差に応じて、読出手段によるエンジン音データ読出速度を変化させる読出速度変更手段と、検出手段により検出されたエンジントルクに応じて、読出手段により読み出されたエンジン音データを加工し、音声信号として出力する加

工手段と、この加工手段から出力された音声信号を増幅する増幅手段と、検出手段により検出されたエンジン回転数に基づいて、増幅手段の増幅率を制御する増幅率制御手段と、増幅手段から出力された音声信号をエンジン模擬音として再生する再生手段と、を設けるようにしたものである。

【0008】

【作 用】記憶手段内には、予め録音された実車両のエンジン音データが用意されている。しかも、このエンジン音データは、エンジン回転数に応じて複数組用意される。読出手段は、模擬音を発生させようとする回転数に近いデータを選択し、これを読み出す。このとき、読出速度を調節することにより、所望の回転数に合致した周波数のエンジン音データが得られる。読み出したエンジン音データは、エンジントルクに応じた加工が施された後、音声信号として出力される。本発明の特徴は、この音声信号を増幅手段で増幅した後、再生手段に与えるようにした点にある。増幅手段の増幅率は、模擬音を発生させようとするエンジン回転数に応じて決定される。このように増幅手段を設けるようにしたため、記憶手段内に用意するエンジン音データには、予め音量の情報をもたせておく必要がなくなる。したがって、大きな音で再生されるエンジン音データも、小さな音で再生されるエンジン音データも、いずれもフルレンジで記憶させておくことができる。こうして、音量の大小にかかわらず、常に忠実なエンジン模擬音を発生させることができるようになる。

【0009】

【実施例】以下、本発明を図示する実施例に基づいて説明する。

【0010】1. 第1の実施例

図1は本発明の第1の実施例に係るエンジン模擬音発生装置の基本構成を示すブロック図である。この実施例は、実車両に本発明を適用したものであり、実車両のエンジン1から得られるエンジンパルス信号と、アクセル2から得られるアクセル開度信号と、に基づいてエンジン模擬音を発生し、これをスピーカ3から鳴動させるものである。すなわち、エンジン1から得られるエンジンパルス信号は、FV/ADコンバータ4に与えられ、信号の周波数Fが電圧Vに変換された後、この電圧Vがエンジン回転数を示すデジタル値RPMに変換される。一方、アクセル2から得られるアクセル開度信号は、ADコンバータ5に与えられ、アクセル開度を示すデジタル値に変換される。以下に述べる各構成要素は、こうしてデジタル化されたエンジン回転数およびアクセル開度に基づいて、これに対応するエンジン模擬音を発生する処理を行う。

【0011】なお、本発明は、このような実車両に適用するだけでなく、シミュレータや展示用の模擬車両などにも適用することができる。その場合には、エンジン1

やアクセル2の代わりに、シミュレーション用のコンピュータから直接エンジン回転数およびアクセル開度に対応するデジタルデータを生成し、これをそのまま用いるようにすればよい。この場合、FV/ADコンバータ4およびADコンバータ5は不要になる。本明細書では、説明の便宜上、実車両に適用したいいくつかの実施例を述べることにするが、これらの実施例は、シミュレータや展示用の模擬車両などにも転用できるものである。

【0012】このエンジン模擬音発生装置の主要部の構成は次のとおりである。まず、FV/ADコンバータ4で変換されたエンジン回転数RPMは、ループアドレスコントロール10およびクロックコントロール11に与えられる。これらは、ROM21に記憶された波形データを読み出す処理を行う。ROM21から読み出された波形データは、ラッチ回路22に取り込まれ、DAコンバータ23によって音声信号に変換される。この音声信号は、低域フィルタ24を通ることにより高周波成分がカットされ、イコライザ25によってイコライズされ、アンプ26によって増幅されてスピーカ3に与えられる。イコライザ25のゲインはイコライザ・ゲインコントロール31によって決定され、アンプ26のゲインはアンプ・ゲインコントロール32によって決定される。イコライザ・ゲインコントロール31は、FV/ADコンバータ4から与えられるエンジン回転数RPMとADコンバータ5から与えられるアクセル開度とによって、イコライザ25のゲイン決定を行う。また、アンプ・ゲインコントロール32は、FV/ADコンバータ4から与えられるエンジン回転数RPMに基づいて、ボリュームデータメモリ33を参照し、アンプ26のゲイン決定を行う。

【0013】以上、この装置の基本構成要素を説明したが、続いてこの装置の動作を説明する。はじめに、ROM21に記憶されている波形データについて説明しておく。この波形データは複数のエンジン回転数についてのエンジン音のデータである。ここでは、1000RPM、2000RPM、3000RPM、4000RPM、5000RPMの5とおりのエンジン回転数代表値についての波形データが記憶されているものとして説明を続ける（実際には、より多くの代表値について、より多くの波形データを記憶しておくのが好ましい）。各波形データは、実車両のエンジン1を実際に回転させたときに録音したエンジン音のデータである。たとえば、1000RPMについての波形データは、エンジン1を1000RPMで回転させたときに得られたエンジン音の波形データである。いずれの波形データも、所定のサンプリング時間分だけ録音される。なお、後述するように、各波形データはアンプ26で増幅された後にスピーカ3に与えられるので、このROM21内の波形データは音量を考慮する必要はない。別言すれば、いずれの波形データも、フルレンジ（たとえば8ビットの分解能）

で記録しておくことができる。

【0014】いま、たとえば、エンジン1が1260RPMで回転している場合の動作について説明することにする。この場合、最終的にはスピーカ3から、1260RPMで回転しているエンジンの模擬音が呈示されねばならない。FV/ADコンバータ4は、エンジン回転数として、この1260RPMを示すデータを出力するが、ループアドレスコントロール10に対してはその上位ビットを、クロックコントロール11に対してはその下位ビットを出力するようにする。より具体的には、1260RPMのうち、大まかな1000RPMなる情報をループアドレスコントロール10に与え、残りの細かな260RPMなる情報をクロックコントロール11に与える。ループアドレスコントロール10は、この大まかな情報に基づいて、ROM21に記憶されている5つの波形データのうち、1000RPMについての波形データを読み出す。このときの読出速度は、クロックコントロール11によって制御される。すなわち、クロックコントロール11は、細かな260RPMなる情報に
10 じ、1000RPMよりも若干速い速度で読み出しを行うよう制御する。別言すれば、ROM21から読み出された波形データが、ちょうど1260RPMに対応する周波数となるように、読出速度を制御する。FV/ADコンバータ4が出力するエンジン回転数が、たとえば1750RPMであった場合、ROM21内から選択される波形データは、同じく1000RPMについての波形データであるが、この場合の読出速度は更に速くなるため、ROM21から読み出された波形データは、ちょうど1750RPMに対応する周波数となる。

【0015】こうして読み出された波形データは、ラッチ回路22によってラッチされた後、DAコンバータ23によってアナログ信号に変換され、音声信号として出力される。この音声信号は低域フィルタ24を通過することによりノイズとなる高周波成分が除去され、イコライザ25によりイコライズされる。ここでイコライズ処理を施すのは、次のような理由による。すなわち、一般にエンジン音は、エンジントルクによっても変化し、トルクが大きくなると、低周波成分のゲインが大きくなる性質をもっている。そこで、イコライザ25は、エンジントルクの大きさに応じて、低周波成分ゲインを増大させる処理を行う。エンジントルクの大きさは、イコライザ・ゲインコントロール31によって与えられる。前述のように、イコライザ・ゲインコントロール31には、ADコンバータ5からアクセル開度の情報が与えられ、FV/ADコンバータ4からエンジン回転数RPMの情報
40 が与えられる。イコライザ・ゲインコントロール31は、これらの情報からエンジントルクの大きさを求め、イコライザ25にこれを与えるのである。

【0016】イコライズされた音声信号は、アンプ26によって増幅され、スピーカ3へ出力される。アンプ・

ゲインコントロール32は、次のようにしてアンプ26のゲインを決定する。まず、FV/ADコンバータ4からエンジン回転数RPMを入力し、このエンジン回転数RPMによってボリュームデータメモリ33を検索する。ボリュームデータメモリ33内には、エンジン回転数RPMに対応したエンジン音量値を示すテーブルが記憶されている。このテーブルは、実際にエンジン1を用いて、回転数と音量値との関係を調べることによって得ることができる。こうして、エンジン回転数RPMに対応した音量値が検索されたら、この音量値に応じた増幅率を決定し、これをアンプ26に与える。こうして、アンプ26から出力される音声信号は、エンジン回転数RPMに適合した音量をもったものに調整されることになる。前述したように、このアンプ26による音量調整機能を設けたため、ROM21内に用意する波形データは、音量を考慮することなく常にフルレンジのデータとして用意しておくことができ、いずれの波形データも同じ分解能（たとえば、8ビット）をもつことができる。

【0017】2. 第2の実施例

図2は本発明の第2の実施例に係るエンジン模擬音発生装置の基本構成を示すブロック図である。この装置は図1に示す第1の実施例の装置に、更に、出力判定部40を付加したものである。この出力判定部40の機能を説明する前に、図1に示す第1の実施例の装置の問題点を述べておく。前述したように、ROM21内には、所定のサンプリング時間分だけの波形データが複数組用意されている。ループアドレスコントロール10は、所定のサンプリング時間分だけの波形データの読み出しを完了すると、続いて、次の波形データの読み出しを行う。こうして、ループアドレスコントロール10は、継続的に波形データの読出作業を実行する。この様子を図3のグラフに示す。この例では、波形1、波形2、波形3の順に読み出しを行っている。ところが、時点t1および時点t2において、波形データの読出作業を切り換えるとき、波形に位相のずれが生じ、不連続が生じる可能性がある。このような不連続が生じると、再生音に違和感が生じ好ましくない。

【0018】出力判定部40は、このような波形の不連続を解消する機能を有する。すなわち、出力判定部40は、ROM21から読み出された波形データの値を監視し、零点（振幅の中心となるレベル）を通過した回数を計数してゆき、この回数が所定回数、たとえば偶数回目の時点でのみ、次の波形データの読出作業への切り換えを行うよう、ループアドレスコントロール10を制御するのである。図4は、零点を8回通過した時点で、次の波形データの読出作業への切り換えを行うような制御を行った結果を示すグラフである。図に丸数字で示す①～⑧は、波形データが零点を通過した時点を示す。零点を8回通過した時点t3において、次の波形2の読出作業を開始するようにすれば、波形の不連続が生じること
50

はない（ただし、すべての波形は、零点から同方向に立ち上がるようにしておく）。同様に、波形 2 についての読出作業は、零点を 8 回通過した時点 t 4 において、次の波形 3 の読出作業に切り換えられる。

【0019】 以上のように、出力判定部 40 を追加するだけで、違和感のない連続音の発生が可能になる。

【0020】 3. 第 3 の実施例

図 5 は本発明の第 3 の実施例に係るエンジン模擬音発生装置の特徴となる、新たに付加された構成要素を示すブロック図である。この実施例は、本発明によるエンジン模擬音発生装置を、全く別な用途に利用する態様を示すものである。すなわち、この実施例では、本発明によるエンジン模擬音発生装置を、警告音発生装置として利用するものである。一般に、車両の走行中には、運転者に対して種々の警告を行う必要がある。たとえば、「ガソリンエンプティ」、「オーバーヒート」、「半ドア」などの警告事項は、通常、警告ランプの点灯によって運転者に報知している。そこで、本発明によるエンジン模擬音発生装置を搭載している車両では、スピーカ 3 を利用してこれらの警告事項の報知を行うことができれば便利である。この第 3 の実施例は、このような警告事項の報知を実現するものである。

【0021】 この第 3 の実施例の構成は次のとおりである。図 5 において、エンジン 1 およびアクセル 2 は、図 1 または図 2 に示すエンジン 1 およびアクセル 2 と同一の構成要素である。この実施例では、図 1 または図 2 に示す実施例に、更に、警告信号選択部 50、パルス発生 *

(警告信号)

ガソリンエンプティ
オーバーヒート
半ドア

ここで、定義されたエンジン回転数 R P M の数値それ自身には、特に意味はなく、どのような数値を定義してもかまわない。ただし、実際の車両の通常走行時には、ありえないような数値を定義するようにする。たとえば、通常走行時のエンジン回転数が、600 R P M ~ 700 R P M の範囲をとるような場合、ここで定義する回転数は、600 R P M 以下の数値か、あるいは 7000 R P M 以上の数値にする必要がある。警告信号選択部 50 は、特定の警告信号の入力があった場合には、このテーブルに基づいて、その警告信号に対応して定義されたエンジン回転数 R P M 値をパルス発生器 51 に指示値として与える。たとえば、燃料センサから「ガソリンエンプティ」を示す警告信号が出力され、この警告信号が信号線を通じて警告信号選択部 50 に与えられたとすると、警告信号選択部 50 は、上記テーブルに基づいて、10 R P M なる指示値をパルス発生器 51 に与える。パルス発生器 51 は、この指示を受け、10 R P M の周波数のパルスを発生し、これをリレー 52 の端子 ① に供給する。

*器 51、リレー 52、53 が付加される。リレー 52 および 53 は、それぞれ、エンジン 1 から与えられるエンジンパルス信号の経路およびアクセル 2 から与えられるアクセル開度信号の経路上に挿入される。したがって、図 5 の右方に示したエンジンパルスのラインは F V / A D コンバータ 4 に接続され、アクセル開度のラインは A D コンバータ 5 に接続されている。エンジン 1 からのエンジンパルス信号は、リレー 52 の端子 ② に入力され、アクセル 2 からのアクセル開度信号は、リレー 53 の端子 ② に入力される。一方、リレー 52 の端子 ① には、パルス発生器 51 からのパルス信号が入力され、リレー 53 の端子 ① には、定電圧源 54 からの電源が供給される。警告信号選択部 50 には、いくつかの警告信号線が接続される。この実施例では、3 本の警告信号線が接続されており、この警告信号線を介して、「ガソリンエンプティ」、「オーバーヒート」、「半ドア」の 3 つの警告信号を入力することができる。警告信号選択部 50 は、入力があった警告信号に応じて、パルス発生器 51 が発生するパルスの周波数を制御する。

【0022】 続いて、この実施例の動作を説明しよう。はじめに、警告信号選択部 50 の動作について説明する。警告信号選択部 50 の内部には、各警告信号に対応して定義されたエンジン回転数を示すテーブルが用意されている。ここでは、次のようなテーブルが定義されているものとする。

【0023】

(エンジン回転数 R P M)

10 R P M
20 R P M
40 R P M

【0024】 いま、何ら警告信号が発せられていない正常な状態を考える。この場合、警告信号選択部 50 は、リレー 52、53 に対して、入力端子 ② の信号をそのまま出力するような切り換えを行うよう指示する。したがって、リレー 52 はエンジン 1 からのエンジンパルス信号をそのまま出力し、リレー 53 はアクセル 2 からのアクセル開度信号をそのまま出力する。したがって、この装置の動作は、前述した第 1 の実施例あるいは第 2 の実施例の装置の動作と全く同じになる。ところが、「ガソリンエンプティ」を示す警告信号が発せられると、警告信号選択部 50 はパルス発生器 51 に対して、10 R P M なる指示値を与えると同時に、リレー 52、53 に対して、入力端子 ① の信号を出力するような切り換えを行うよう指示する。したがって、リレー 52 はパルス発生器 51 から供給される 10 R P M の周波数のパルスを出力し、リレー 53 は定電圧源 54 から供給される定電圧を出力することになる。ここで、ROM 21 内に、10 R P M に対応する波形データとして、たとえば「ガソリンエンプティ」なる言葉に対応する音声データを用意し

ておけば、スピーカ 3 からは、エンジン模擬音の代わりに、「ガソリンエンプティ」なる言葉が出力されることになる。このとき、アクセル開度信号としての電圧値を適当な値に設定しておけば、イコライザ 25 によるイコライズ機能を一定に保つことができる。同様に、ROM 21 内に、20RPM に対応する波形データとして、「オーバーヒート」なる言葉に対応する音声データを用意し、40RPM に対応する波形データとして、「半ドア」なる言葉に対応する音声データを用意しておけば、各警告信号が発せられたときに、これに対応する言葉による警告がスピーカ 3 から出力されることになる。また、たとえば、ROM 21 内に、8000RPM に対応する波形データとして、レッドゾーン突入を示す警告ブザー音のデータを用意しておけば、エンジン 1 が 8000RPM になると自動的に警告ブザー音がスピーカ 3 から出力されることになる。

【0025】このように、本発明によるエンジン模擬音発生装置では、ROM 21 内の波形データに基づいてスピーカ 3 を鳴動させる機構を採っているため、エンジン模擬音だけに限らず、任意の音をスピーカ 3 から出力させることができ、種々の応用を行うことができる。

【0026】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、記憶手段内に予め録音された実車両のエンジン音データを複数組用意し、エンジン回転数に対応するデータを読み出して音声信号として出力し、エンジン回転数に応じた増幅率で増幅したのち再生するようにしたため、大きな音で再生されるエンジン音データも、小さな音で再生されるエンジン音データも、いずれもフルレンジで記憶させておくことができるようになり、音量の大小にかかわらず、常に忠実なエンジン模擬音を発生させることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係るエンジン模擬音発

生装置の基本構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施例に係るエンジン模擬音発生装置の基本構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 に示す装置において連続的に出力される音声波形を示すグラフである。

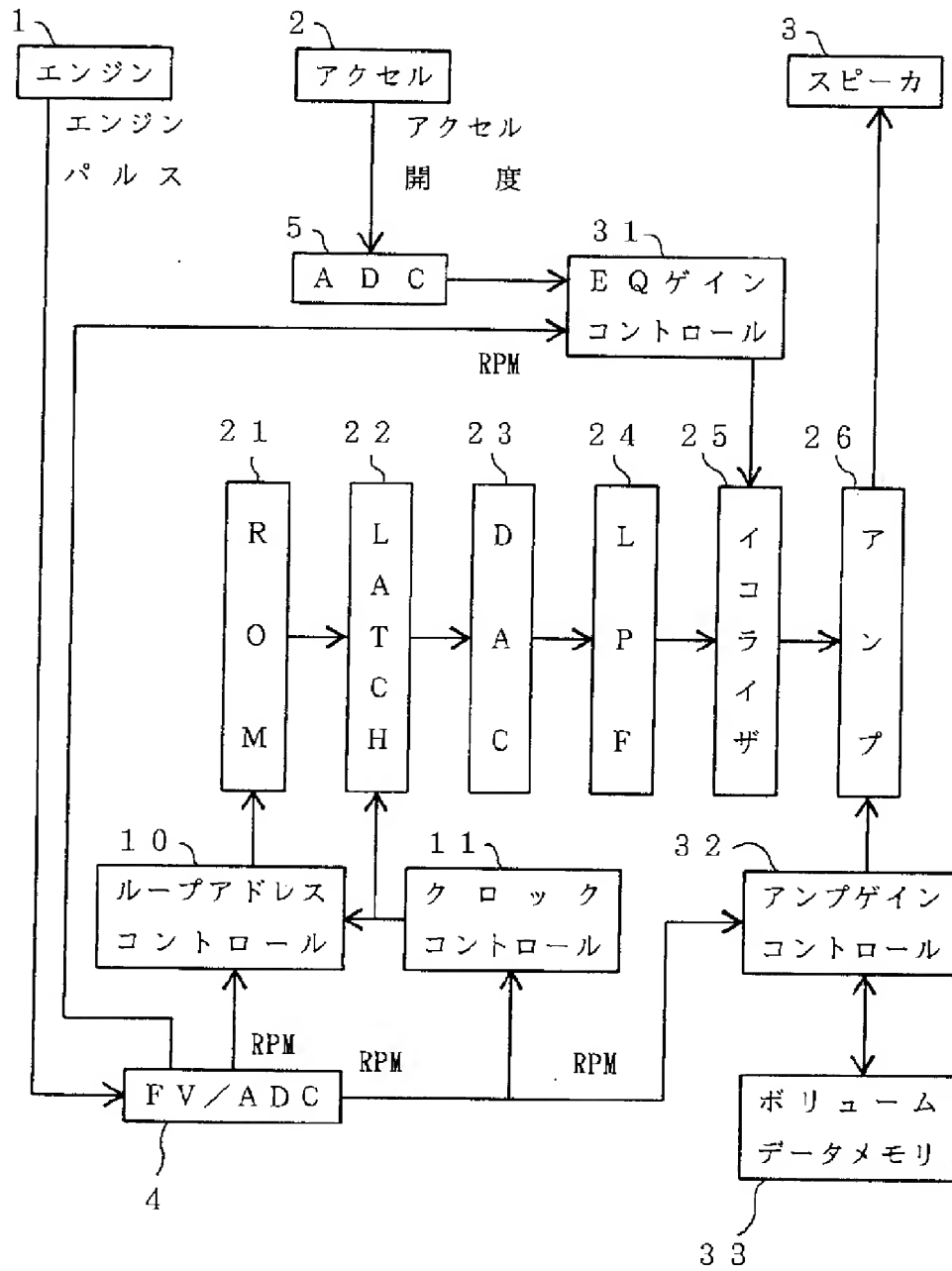
【図 4】図 2 に示す装置において連続的に出力される音声波形を示すグラフである。

【図 5】本発明の第 3 の実施例に係るエンジン模擬音発生装置において、新たに付加された構成要素を示すブロック図である。

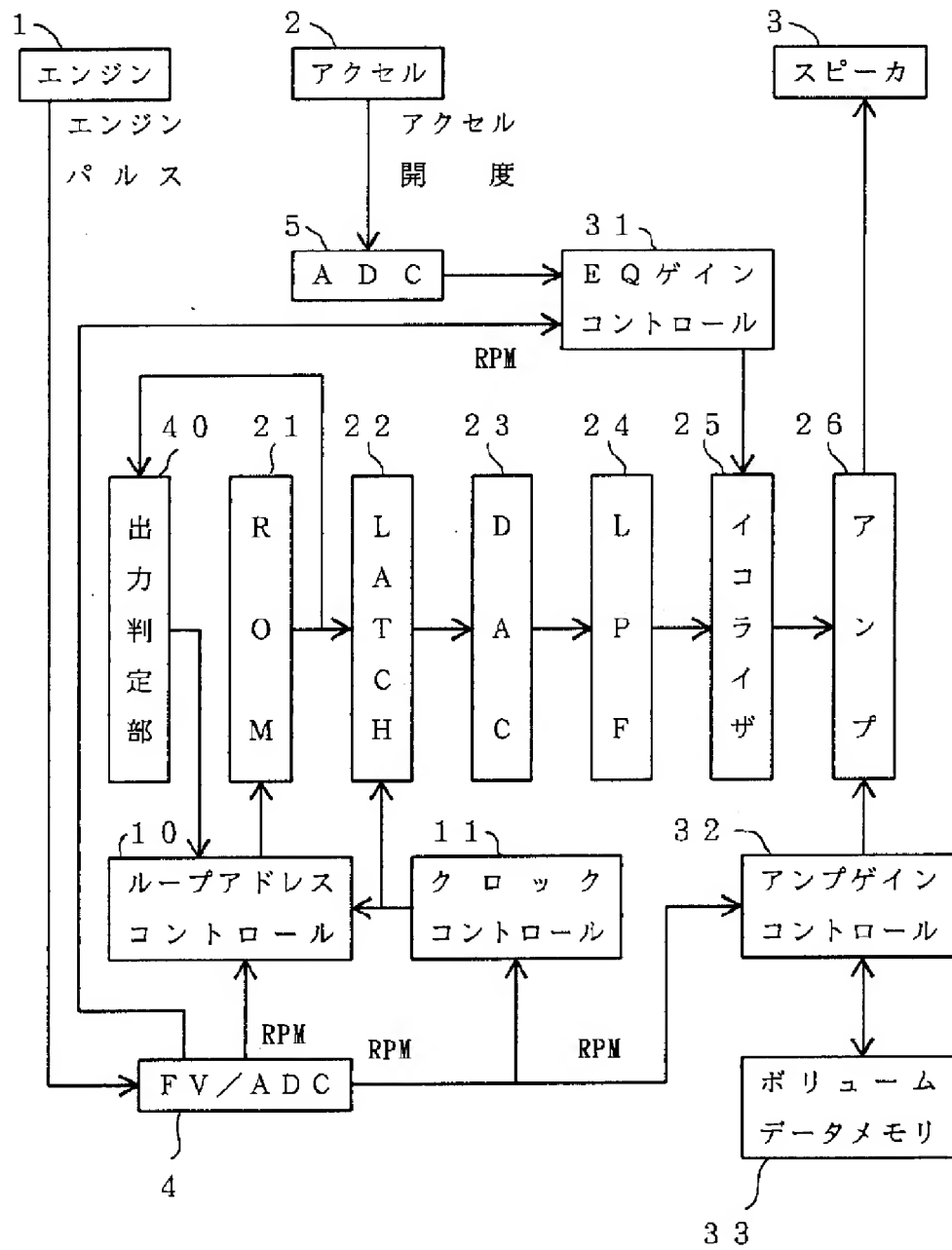
【符号の説明】

- 1…エンジン
- 2…アクセル
- 3…スピーカ
- 4…FV/AD コンバータ
- 5…AD コンバータ
- 10…ループアドレスコントロール
- 11…クロックコントロール
- 21…ROM
- 22…ラッチ回路
- 23…DA コンバータ
- 24…低域フィルタ
- 25…イコライザ
- 26…アンプ
- 31…イコライザ・ゲインコントロール
- 32…アンプ・ゲインコントロール
- 33…ボリュームデータメモリ
- 40…出力判定部
- 50…警告信号選択部
- 51…パルス発生器
- 52…リレー
- 53…リレー
- 54…定電圧源

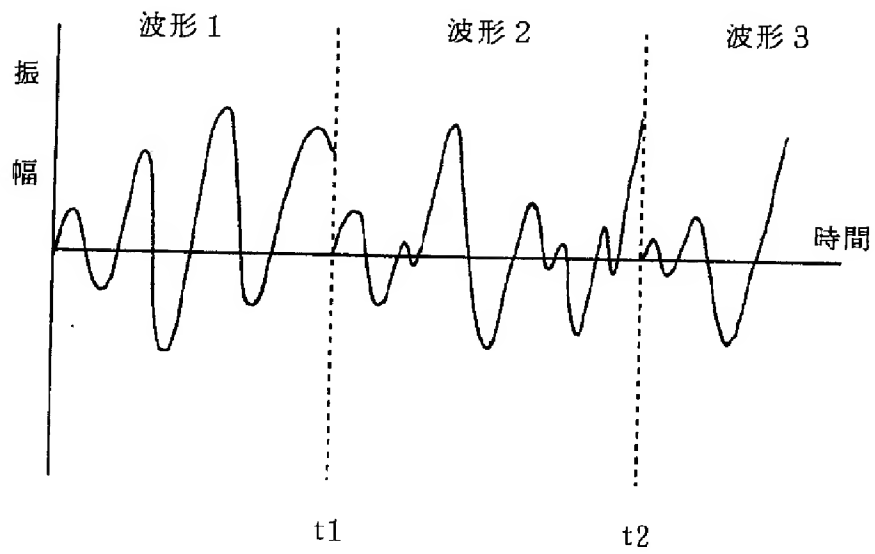
【図1】



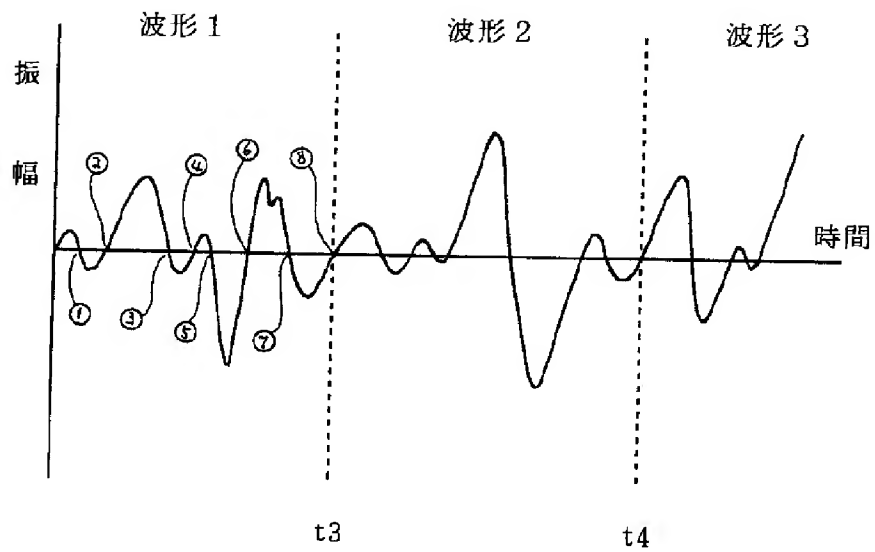
【図2】



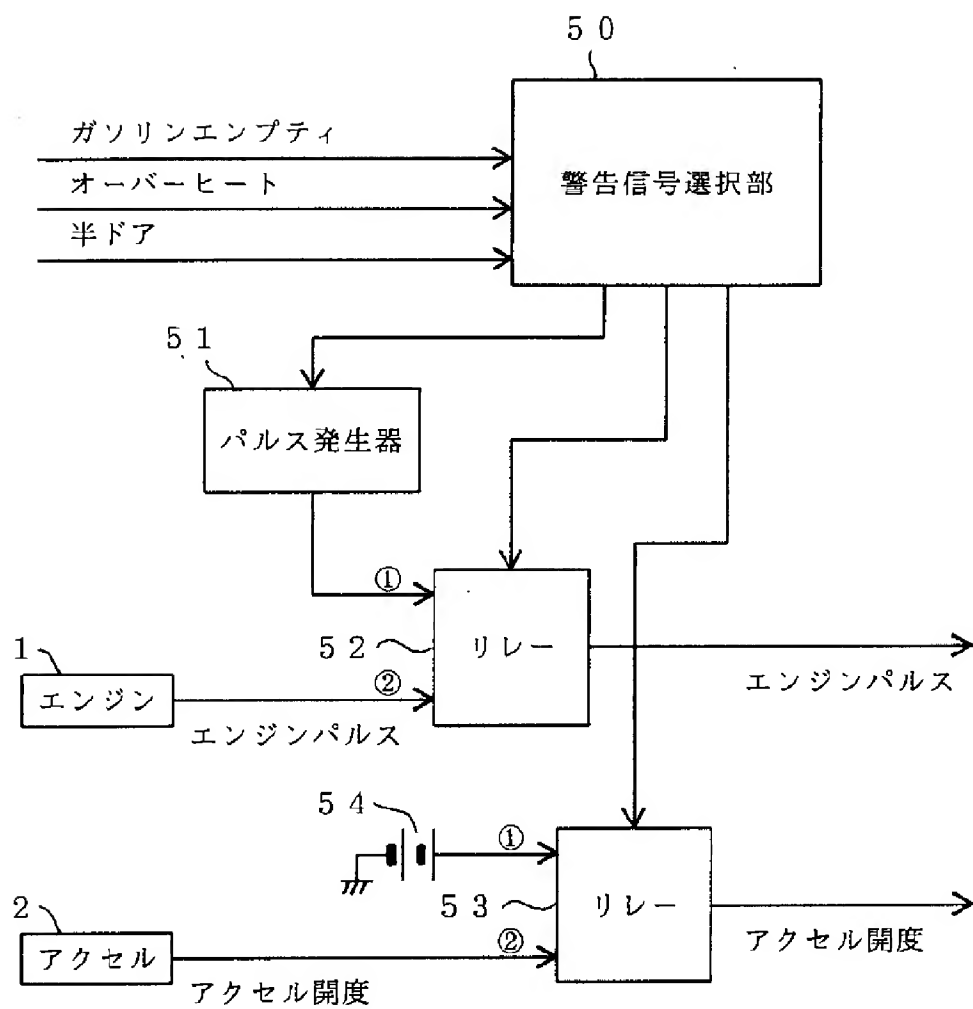
【図3】



【図4】



【図 5】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-053594

(43)Date of publication of application : 05.03.1993

(51)Int.Cl.

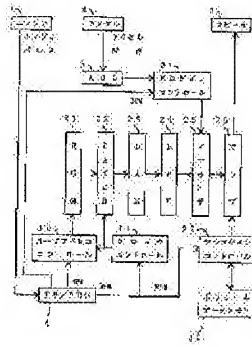
G10K 15/04

(21)Application number : 03-237171 (71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 23.08.1991 (72)Inventor : ABE SATOYUKI

OKAMOTO NOBUHISA

(54) ENGINE SIMULATION SOUND GENERATION DEVICE



(57)Abstract:

PURPOSE: To generate a faithful engine simulation sound at all times regardless of sound volume.

CONSTITUTION: In a ROM 21, engine sound data on a real vehicle which are obtained by sound recording in advance are prepared for plural engine rotation states, and a loop address control 10 reads engine sound data corresponding to the RPM of an engine 1 out to a latch circuit 22. The read data are supplied to an equalizer 25 through a DA converter 23 and a low-pass filter 24, amplified by an amplifier 26, and outputted from a speaker 3. In a volume data memory 33,

sound volume data corresponding to respective RPMs are prepared and an amplifier gain control 32 retrieves sound volume data corresponding to the RPM of the engine 1 in the volume data memory 33 and sends an amplification factor corresponding to the sound volume data to the amplifier 26.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A storage means by which the engine sound data of the real car which is the engine simulation sound generator made to generate an engine simulation sound according to the engine rotation condition of a real car or a simulation car, and was recorded beforehand are memorized about two or more engine rotation conditions, A detection means to detect the engine speed and engine torque of a real car or a simulation car, The read-out means which reads the engine sound data recorded by the engine speed near the engine speed detected by this detection means from said storage means, A read-out rate modification means to change the engine sound data read-out rate by the aforementioned read-out means according to the difference of the engine speed of the engine sound data read by this read-out means, and the engine speed detected by said detection means, A processing means to process the engine sound data read by the aforementioned read-out means according to the engine torque detected by said detection means, and to output as a sound signal, A magnification means to amplify the sound signal outputted from said processing means, and the amplification factor control means which controls the amplification factor of said magnification means based on the engine speed detected by said detection means, The engine simulation sound generator characterized by having a playback means to reproduce the sound signal outputted from said magnification means as an engine simulation sound.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the engine simulation sound generator made to generate an engine simulation sound according to the engine rotation condition of a real car or a simulation car.

[0002]

[Description of the Prior Art] Usually, although the design of a direction which reduces the engine sound generated with transit of a car as much as possible is made, on the other hand, an engine sound has semantics important as one information which shows the run state of a car. For this reason, by the usual operation, an attempt which directs the transit feeling which is not acquired is also made by emphasizing an engine sound conversely. If an engine sound is emphasized, it becomes possible to experience the speediness more than the actual vehicle speed, and an engine condition can also be known in more detail. Moreover, by the driving simulator and the simulation car for display, in order to realize a simulation run state, it will be necessary to generate an engine sound.

[0003] In order to satisfy such a demand, the equipment made to generate an engine simulation sound is used from the former. For example, the engine simulation sound generator about a radio control car is indicated by JP,59-223496,A. Generally, two or more sinusoidal generators and narrow-band noise generators are formed, these are controlled by such conventional engine simulation sound generator by computer, and an engine simulation sound is generated.

[0004] However, there was a problem that it was difficult to realize the wave included in an actual engine sound by composition of only a sine wave, and it difficult to generate a simulation sound with a reality with above-mentioned equipment since this wave changes with engine speeds. Then, the new engine simulation sound generator which can make a Japanese-Patent-Application-No. No. 277297 [two to] specification generate the simulation sound which has a reality more is proposed. With this equipment, two or more different waves for every engine speed are prepared as data. These waves can generate a simulation sound with a reality by recording an actual engine sound and using these waves alternatively according to an engine speed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally, the sound volume of an engine simulation sound changes according to an engine speed. Therefore, in the equipment currently indicated by the Japanese-Patent-Application-No. No. 277297 [two to] specification, when two or more different waves for every engine speed are prepared as digital data, in a part with small sound volume, resolution decreases and the problem of faithful wave reappearance becoming impossible arises. For example, although the resolving power of 8 bits is obtained about the wave of the amount of Oto corresponding to engine-speed 4000RPM when the resolving power of 8 bits is given by the full range and each wave is recorded as digital data for example, about the wave of the small sound volume corresponding to engine-speed 800RPM, it will be in the condition that it is said that only the resolving power of 6 bits or 5 bits is obtained. Therefore, the tone quality in the field where sound volume is small will deteriorate.

[0006] Then, this invention aims at offering the engine simulation sound generator which can be made to generate an always faithful engine simulation sound irrespective of the size of sound volume.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the engine simulation sound generator which this invention makes generate an engine simulation sound according to the

engine rotation condition of a real car or a simulation car A storage means by which the engine sound data of the real car recorded beforehand are memorized about two or more engine rotation conditions, A detection means to detect the engine speed and engine torque of a real car or a simulation car, The read-out means which reads the engine sound data recorded by the engine speed near the engine speed detected by this detection means from a storage means, A read-out rate modification means to change the engine sound data read-out rate by the read-out means according to the difference of the engine speed of the engine sound data read by this read-out means, and the engine speed detected by the detection means, A processing means to process the engine sound data read by the read-out means according to the engine torque detected by the detection means, and to output as a sound signal, A magnification means to amplify the sound signal outputted from this processing means, and the amplification factor control means which controls the amplification factor of a magnification means based on the engine speed detected by the detection means, A playback means to reproduce the sound signal outputted from the magnification means as an engine simulation sound is established.

[0008]

[work --] for In the storage means, the engine sound data of the real car recorded beforehand are prepared. And according to an engine speed, two or more sets of this engine sound data are prepared. A read-out means chooses the data near the engine speed which is going to generate a simulation sound, and reads this. At this time, the engine sound data of the frequency corresponding to a desired engine speed are obtained by adjusting a read-out rate. The read engine sound data are outputted as a sound signal, after processing according to an engine torque is performed. The description of this invention is that it gave the playback means, after amplifying this sound signal with a magnification means. The amplification factor of a magnification means is determined according to the engine speed which is going to generate a simulation sound. Since the magnification means was established, it becomes unnecessary thus, to give the

information on sound volume beforehand to the engine sound data prepared in a storage means. Therefore, each of engine sound data reproduced to a loud sound and engine sound data reproduced to a small sound can be made to memorize by the full range. In this way, an always faithful engine simulation sound can be generated now irrespective of the size of sound volume.

[0009]

[Example] Hereafter, it explains based on the example illustrating this invention.

[0010] 1. The 1st example drawing 1 is the block diagram showing the basic configuration of the engine simulation sound generator concerning the 1st example of this invention. This example applies this invention to a real car, generates an engine simulation sound based on the engine pulse signal obtained from the engine 1 of a real car, and the accelerator opening signal acquired from an accelerator 2, and carries out singing of this from a loudspeaker 3. That is, after the engine pulse signal obtained from an engine 1 is given to FV / AD converter 4 and the frequency F of a signal is changed into an electrical potential difference V , this electrical potential difference V is changed into digital value RPM which shows an engine speed. On the other hand, the accelerator opening signal acquired from an accelerator 2 is given to AD converter 5, and is changed into the digital value which shows accelerator opening. Each component described below performs processing which generates the engine simulation sound corresponding to this based on the engine speed and accelerator opening which were digitized in this way.

[0011] In addition, it not only applies this invention to such a real car, but it is applicable to a simulator, the simulation car for display, etc. In that case, what is necessary is to generate the digital data corresponding to a direct engine speed and accelerator opening instead of an engine 1 or an accelerator 2 from the computer for simulation, and just to use this for it as it is. In this case, FV / AD converter 4, and AD converter 5 become unnecessary. Although some examples of explanation applied to the real car will be described for convenience on these specifications, these examples can be diverted to a simulator, the simulation car

for display, etc.

[0012] The configuration of the principal part of this engine simulation sound generator is as follows. First, engine-speed RPM changed by FV / AD converter 4 is given to the loop-formation address control 10 and the clock control 11. These perform processing which reads the data point memorized by ROM21. The data point read from ROM21 is incorporated by the latch circuit 22, and is changed into a sound signal by DA converter 23. By passing along a low-pass filter 24, a high frequency component is cut, and an equalizer 25 equalizes this sound signal, it is amplified with amplifier 26, and is given to a loudspeaker 3. The gain of an equalizer 25 is determined by the equalizer gain control 31, and the gain of amplifier 26 is determined by the amplifier gain control 32. The equalizer gain control 31 makes the gain decision of an equalizer 25 by engine-speed RPM given from FV / AD converter 4, and the accelerator opening given from AD converter 5. Moreover, the amplifier gain control 32 makes the gain decision of amplifier 26 with reference to the volume data memory 33 based on engine-speed RPM given from FV / AD converter 4.

[0013] In the above, although the basic component of this equipment was explained, actuation of this equipment is explained continuously. First, the data point memorized by ROM21 is explained. This data point is data of the engine sound about two or more engine speeds. Here, explanation is continued as that the data point about the engine-speed central value of 5 passage of 1000RPM, 2000RPM, 3000RPM, 4000RPM, and 5000RPM is remembered to be (it is desirable to memorize more data points about actual more much central value). Each data point is data of the engine sound recorded when actually rotating the engine 1 of a real car. For example, the data point about 1000RPM is a data point of the engine sound obtained when rotating an engine 1 by 1000RPM. Any data point is recorded by the predetermined sampling time. In addition, since each data point is given to a loudspeaker 3 after it is amplified with amplifier 26 so that it may mention later, the data point in this ROM21 does not need to take sound volume into consideration. If another word is carried out, any data point is

recordable by the full range (for example, resolution of 8 bits).

[0014] Now, actuation when the engine 1 is rotating by 1260RPM will be explained. In this case, finally the simulation sound of the engine which is rotating by 1260RPM must be shown from a loudspeaker 3. Although FV / AD converter 4 outputs the data in which these 1260RPM is shown as an engine speed, it is made to output that lower bit for that high order bit to the clock control 11 to the loop-formation address control 10. more -- concrete -- rough 1000RPM among 1260RPM -- information -- the loop-formation address control 10 -- giving -- fine remaining 260RPM -- information is given to the clock control 11. The loop-formation address control 10 reads the data point about 1000RPM among five data points memorized by ROM21 based on this rough information. The read-out rate at this time is controlled by the clock control 11. namely, 260RPM with the fine clock control 11 -- according to information, it controls to read at a rate [a little] quicker than 1000RPM. If another word is carried out, the data point read from ROM21 will control a read-out rate to become a frequency corresponding to 1260RPM exactly. When the engine speed which FV / AD converter 4 outputs is for example, 1750RPM, although the data point chosen from the inside of ROM21 is similarly a data point about 1000RPM, since the read-out rate in this case becomes still quicker, the data point read from ROM21 serves as a frequency corresponding to 1750RPM exactly.

[0015] In this way, after the read data point is latched by the latch circuit 22, it is changed into an analog signal by DA converter 23, and is outputted as a sound signal. By passing a low-pass filter 24, the high frequency component used as a noise is removed, and an equalizer 25 equalizes this sound signal. Performing equalizing processing here is based on the following reasons. That is, generally, the engine sound has the property in which the gain of a low-frequency component becomes large, if it changes also with engine torques and torque becomes large. Then, an equalizer 25 performs processing which increases low-frequency component gain according to the magnitude of an engine torque. The magnitude of an engine torque is given by the equalizer gain control 31. As

mentioned above, the information on accelerator opening is given to the equalizer gain control 31 from AD converter 5, and the information on engine-speed RPM is given to it from FV / AD converter 4. The equalizer gain control 31 asks for the magnitude of an engine torque from such information, and gives this to an equalizer 25.

[0016] The sound signal which is equalized is amplified with amplifier 26, and is outputted to a loudspeaker 3. The amplifier gain control 32 determines the gain of amplifier 26 as follows. First, engine-speed RPM is inputted from FV / AD converter 4, and the volume data memory 33 is searched by this engine-speed RPM. In the volume data memory 33, the table showing the engine sound-volume value corresponding to engine-speed RPM is memorized. This table can actually be obtained by investigating the relation between a rotational frequency and a sound-volume value using an engine 1. In this way, if the sound-volume value corresponding to engine-speed RPM is searched, the amplification factor according to this sound-volume value will be determined, and this will be given to amplifier 26. In this way, the sound signal outputted from amplifier 26 will be adjusted to a thing with the sound volume which suited engine-speed RPM. Since the volume control function with this amplifier 26 was prepared as mentioned above, the data point prepared in ROM21 can always be prepared as data of a full range, without taking sound volume into consideration, and can have the same resolving power (for example, 8 bits) for any data point.

[0017] 2. The 2nd example drawing 2 is the block diagram showing the basic configuration of the engine simulation sound generator concerning the 2nd example of this invention. This equipment adds the output judging section 40 to the equipment of the 1st example shown in drawing 1 further. Before explaining the function of this output judging section 40, the trouble of the equipment of the 1st example shown in drawing 1 is described. As mentioned above, in ROM21, two or more sets of predetermined data points only for a sampling time are prepared. The loop-formation address control 10 will read the following data point, if read-out of the predetermined data point only for a sampling time is completed.

In this way, the loop-formation address control 10 does the read-out activity of a data point continuously. This situation is shown in the graph of drawing 3. This example -- a wave -- 1 and a wave -- 2 and a wave -- it is reading in order of 3. However, the time t_1 and the time, when switching the read-out activity of a data point in t_2 , a phase shift may arise in a wave and discontinuity may arise. If such discontinuity arises, sense of incongruity generates and is not desirable in a playback sound.

[0018] The output judging section 40 has the function which cancels such wave-like discontinuity. That is, the output judging section 40 supervises the value of the data point read from ROM21, carries out counting of the count which passed through the zero point (level which takes the lead in the amplitude), and only when this count is the count eye of predetermined, for example, the eventh time, it controls the loop-formation address control 10 to perform the switch to the read-out activity of the following data point. When drawing 4 passes through a zero point 8 times, it is a graph which shows the result of having performed control which performs the switch to the read-out activity of the following data point. ** shown in drawing in a round-head figure - ** show the time of a data point passing through a zero point. the time of passing through a zero point 8 times -- t_3 -- setting -- the following wave -- if the read-out activity of 2 is started, wave-like discontinuity will not arise (however, it is made for all waves to start in this direction from a zero point) the same -- a wave -- the time of the read-out activity about 2 passing through a zero point 8 times -- t_4 -- setting -- the following wave -- it is switched to the read-out activity of 3.

[0019] As mentioned above, generating of a continuation sound without sense of incongruity is attained only by adding the output judging section 40.

[0020] 3. The 3rd example drawing 5 is the block diagram used as the description of the engine simulation sound generator concerning the 3rd example of this invention showing the newly added component. This example shows the mode which uses the engine simulation sound generator by this invention for a completely different application. That is, in this example, the engine simulation

sound generator by this invention is used as a beep sound generator. Generally, it is necessary to perform various warnings to an operator during transit of a car. For example, lighting of a warning lamp has usually reported warning matters, such as "gasoline empty", "overheat", and a "half-door", to the operator. Then, it is convenient if the car carrying the engine simulation sound generator by this invention can report these warning matters using a loudspeaker 3. This 3rd example realizes information of such a warning matter.

[0021] The configuration of this 3rd example is as follows. In drawing 5, an engine 1 and an accelerator 2 are the same components as the engine 1 and accelerator 2 which are shown in drawing 1 or drawing 2. In this example, the alarm signal selection section 50, a pulse generator 51, and relays 52 and 53 are further added to the example shown in drawing 1 or drawing 2. Relays 52 and 53 are inserted on the path of the accelerator opening signal given from the path and accelerator 2 of an engine pulse signal which are given from an engine 1, respectively. Therefore, Rhine of the engine pulse shown in the method of the right of drawing 5 is connected to FV / AD converter 4, and Rhine of accelerator opening is connected to AD converter 5. The engine pulse signal from an engine 1 is inputted into terminal ** of relay 52, and the accelerator opening signal from an accelerator 2 is inputted into terminal ** of relay 53. On the other hand, the pulse signal from a pulse generator 51 is inputted into terminal [of relay 52] **, and the power source from the source 54 of a constant voltage is supplied to terminal [of relay 53] **. Some alarm signal lines are connected to the alarm signal selection section 50. In this example, three alarm signal lines are connected and three alarm signals, "gasoline empty", "overheat", and a "half-door", can be inputted through this alarm signal line. The alarm signal selection section 50 controls the frequency of the pulse which a pulse generator 51 generates according to an alarm signal with an input.

[0022] Then, I will explain actuation of this example. First, actuation of the alarm signal selection section 50 is explained. The table showing the engine speed defined corresponding to each alarm signal is prepared for the interior of the

alarm signal selection section 50. Here, the following tables shall be defined.

[0023]

(Alarm signal) (engine-speed RPM)

Gasoline empty 10RPM Overheat 20RPM Half-door 40 RPM, there is especially no semantics in numerical itself of defined engine-speed RPM, and what kind of numeric value may be defined as it here. However, the numeric value which cannot exist is defined at the time of usual transit of an actual car. For example, when the engine speed at the time of transit takes the range of 600RPM - 7000RPM, it is usually necessary to make into the numeric value of the numeric value of 600 or less RPM, or 7000 RPM or more the rotational frequency defined here. The alarm signal selection section 50 gives the engine-speed RPM value defined corresponding to that alarm signal to a pulse generator 51 as indicated value based on this table, when there is an input of a specific alarm signal. for example, -- supposing the alarm signal which shows "gasoline empty" from a fuel sensor is outputted and this alarm signal is given to the alarm signal selection section 50 through a signal line -- the alarm signal selection section 50 -- the above-mentioned table -- being based -- 10RPM -- indicated value is given to a pulse generator 51. A pulse generator 51 receives these directions, generates the pulse of the frequency of 10RPM, and supplies this to terminal ** of relay 52.

[0024] Now, the normal condition that the alarm signal is not emitted at all is considered. In this case, the alarm signal selection section 50 directs to perform a switch which outputs the signal of input terminal ** as it is to relays 52 and 53. Therefore, relay 52 outputs the engine pulse signal from an engine 1 as it is, and relay 53 outputs the accelerator opening signal from an accelerator 2 as it is. Therefore, actuation of this equipment becomes completely the same as actuation of the equipment of the 1st example mentioned above or the 2nd example. however -- if the alarm signal which shows "gasoline empty" is emitted -- the alarm signal selection section 50 -- a pulse generator 51 -- receiving -- 10RPM -- while giving indicated value, it directs to perform a switch which outputs the signal of input terminal ** to relays 52 and 53. Therefore, relay 52 will

output the pulse of the frequency of 10RPM supplied from a pulse generator 51, and relay 53 will output the constant voltage supplied from the source 54 of a constant voltage. Here, in ROM21, as a data point corresponding to 10RPM, if the voice data corresponding to the language "gasoline empty" Becoming is prepared, from a loudspeaker 3, the language "gasoline empty" Becoming will be outputted instead of an engine simulation sound. If the electrical-potential-difference value as an accelerator opening signal is set as the suitable value at this time, the equalizing function by the equalizer 25 can be kept constant. When similarly preparing the voice data corresponding to the language "overheat" Becoming as a data point corresponding to 20RPM in ROM21, preparing the voice data corresponding to the language "half-door" Becoming as a data point corresponding to 40RPM and each alarm signal is emitted, warning by the language corresponding to this will be outputted from a loudspeaker 3. Moreover, if the data of a warning audible tone in which red zone inrush is shown are prepared as a data point corresponding to 8000RPM in ROM21 for example, when an engine 1 is set to 8000RPM, a warning audible tone will be automatically outputted from a loudspeaker 3.

[0025] Thus, in the engine simulation sound generator by this invention, since the device to which singing of the loudspeaker 3 is carried out based on the data point in ROM21 is taken, an engine simulation sound and the sound of arbitration can be made to output from a loudspeaker 3, and various application can be performed.

[0026]

[Effect of the Invention] According to this invention, two or more sets of engine sound data of the real car beforehand recorded in the storage means are prepared as above. Since it was made to reproduce after having read the data corresponding to an engine speed, outputting as a sound signal and amplifying with the amplification factor according to an engine speed, Each of engine sound data reproduced to a loud sound and engine sound data reproduced to a small

sound can be made to memorize by the full range now, and can generate now an always faithful engine simulation sound irrespective of the size of sound volume.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the basic configuration of the engine simulation sound generator concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the basic configuration of the engine simulation sound generator concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 3] It is the graph which shows the voice wave continuously outputted in the equipment shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is the graph which shows the voice wave continuously outputted in the equipment shown in drawing 2 .

[Drawing 5] In the engine simulation sound generator concerning the 3rd example of this invention, it is the block diagram showing the newly added component.

[Description of Notations]

1 -- Engine

- 2 -- Accelerator
- 3 -- Loudspeaker
- 4 -- FV/AD converter
- 5 -- AD converter
- 10 -- Loop-formation address control
- 11 -- Clock control
- 21 -- ROM
- 22 -- Latch circuit
- 23 -- DA converter
- 24 -- Low-pass filter
- 25 -- Equalizer
- 26 -- Amplifier
- 31 -- Equalizer gain control
- 32 -- Amplifier gain control
- 33 -- Volume data memory
- 40 -- Output judging section
- 50 -- Alarm signal selection section
- 51 -- Pulse generator
- 52 -- Relay
- 53 -- Relay
- 54 -- Source of a constant voltage

[Translation done.]

* NOTICES *

**JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

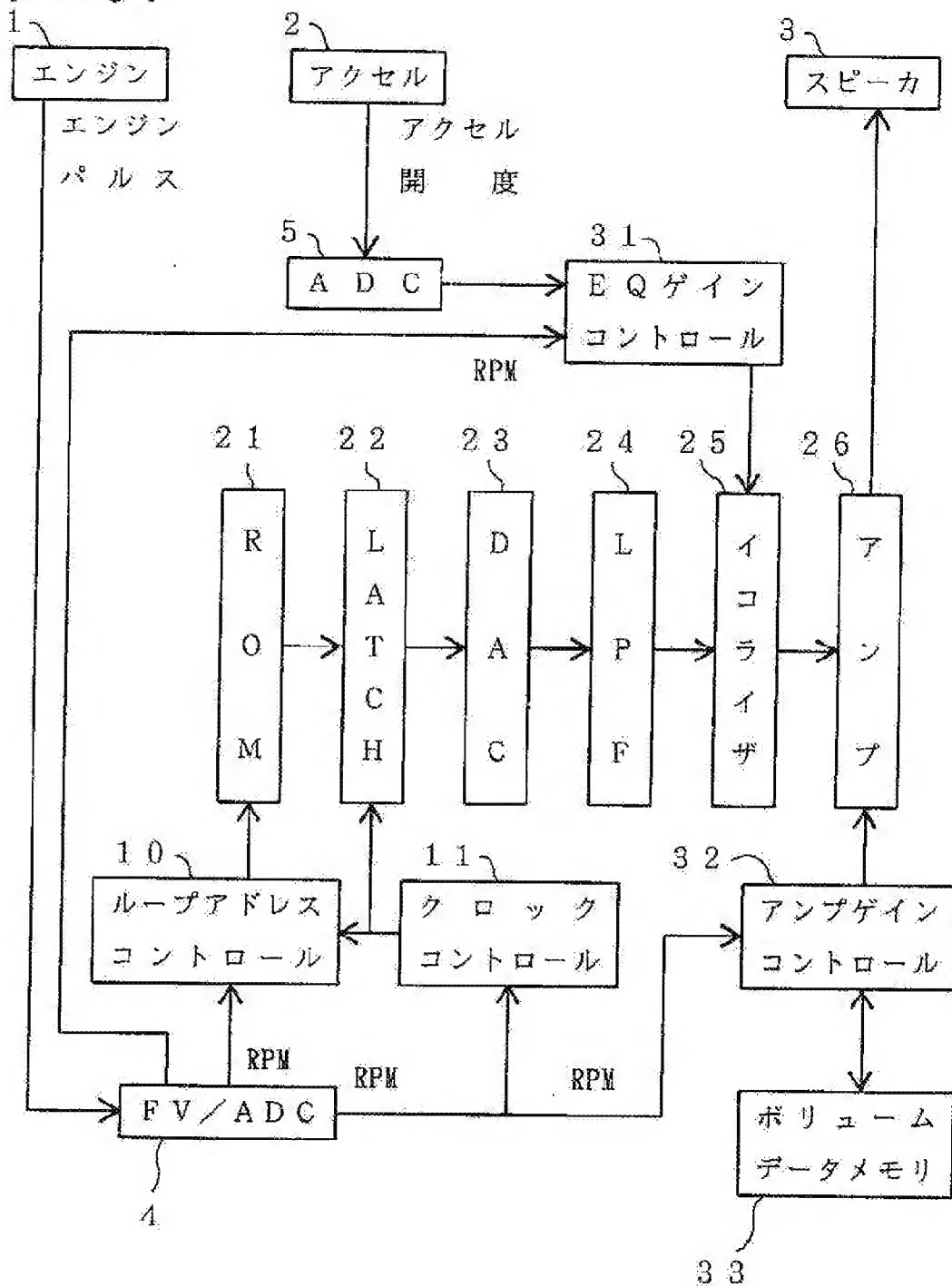
1.This document has been translated by computer. So the translation may not
reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

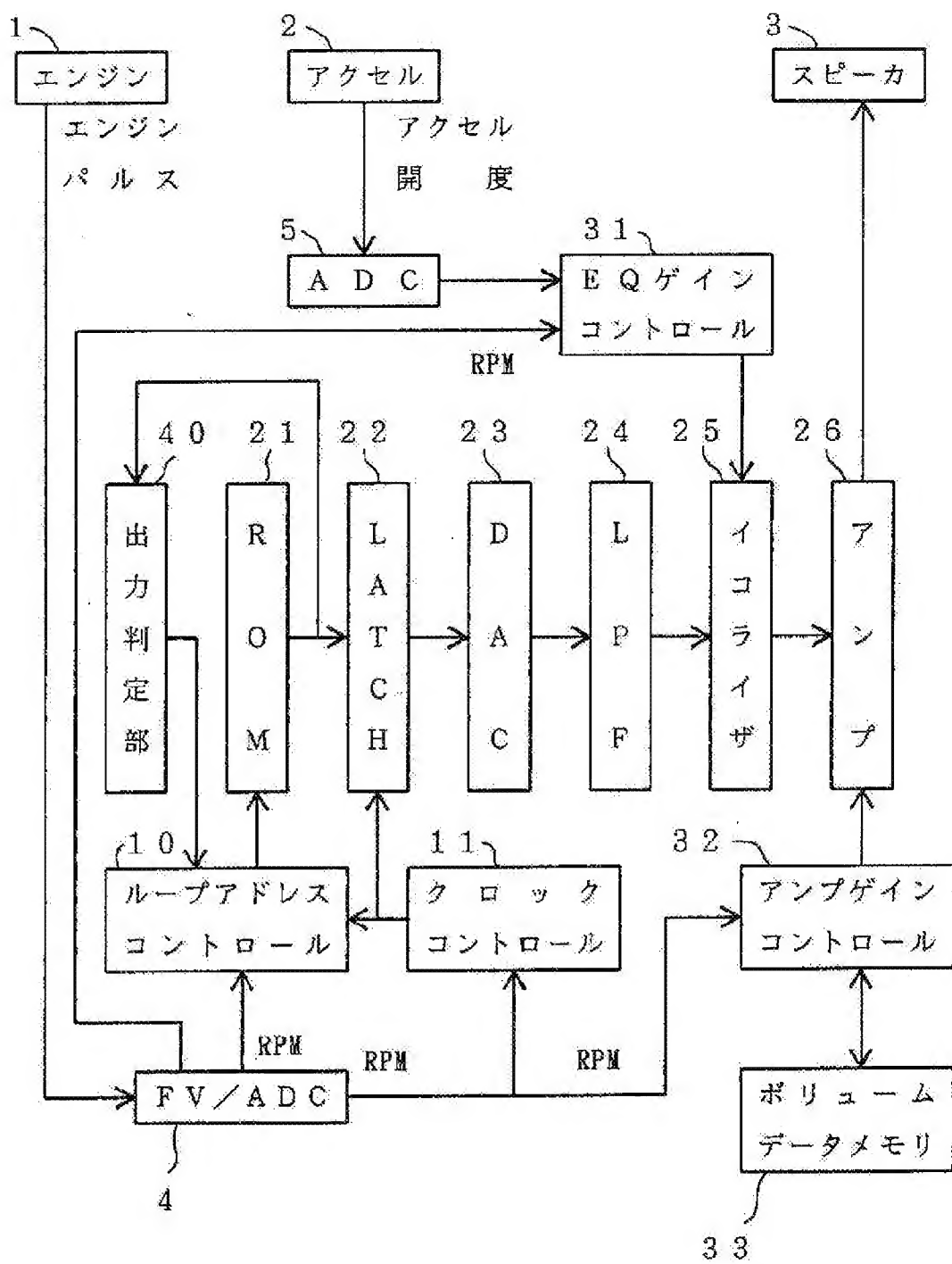
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

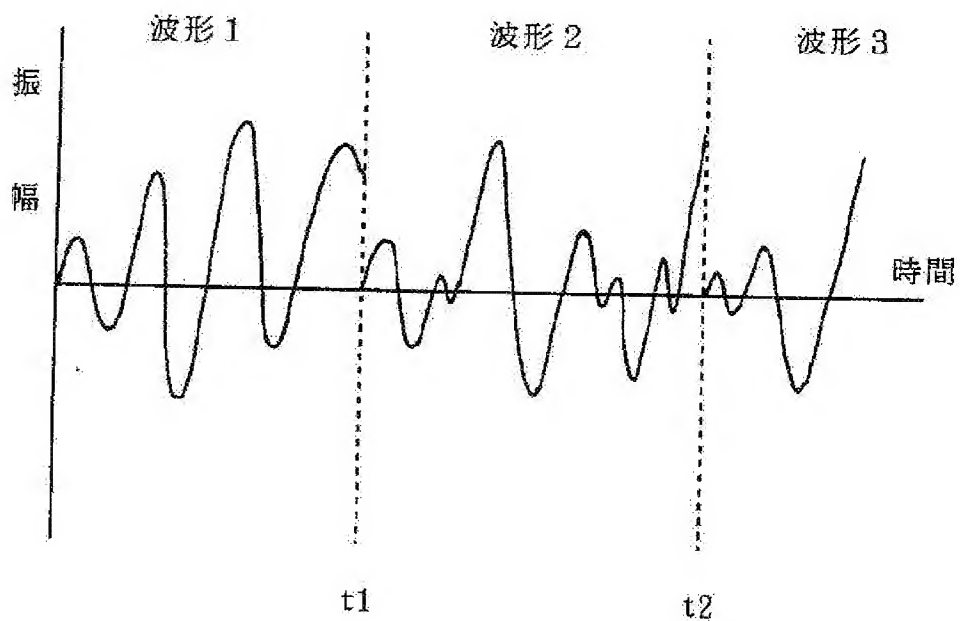
[Drawing 1]



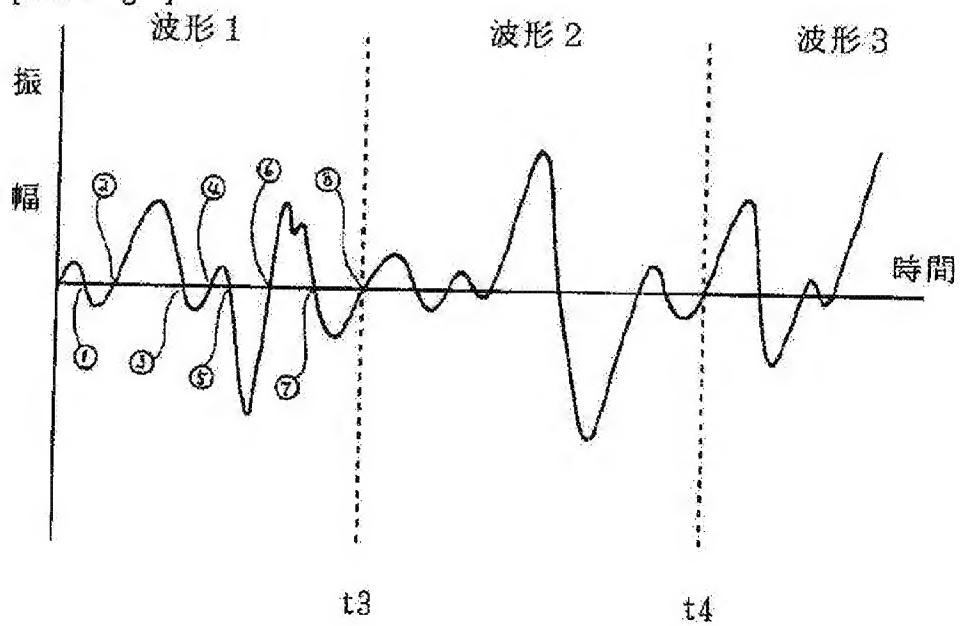
[Drawing 2]



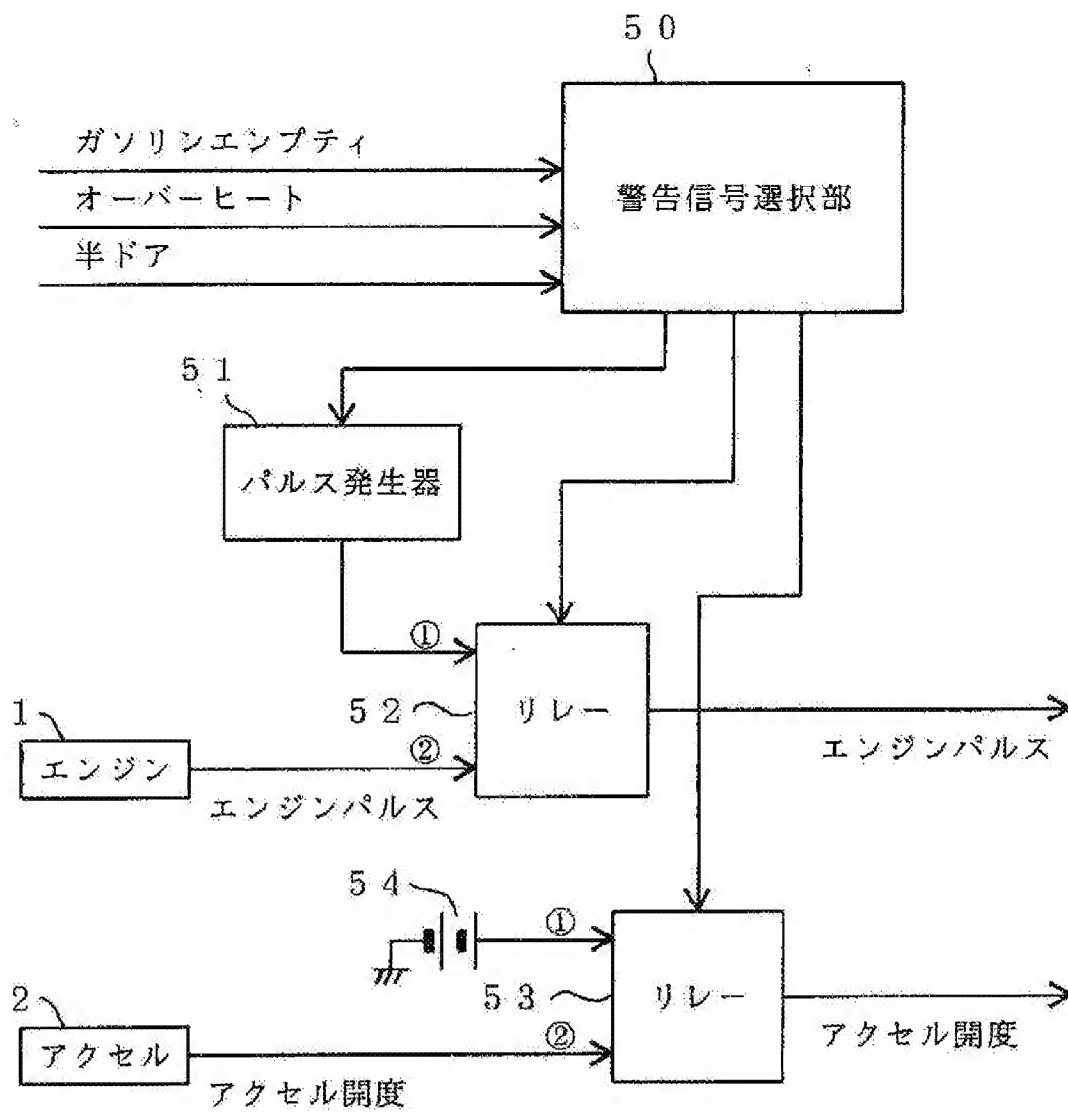
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]